

LE POINT EN RECHERCHE

Décembre 2011

Série technique 11-102

Mise à l'essai de différentes méthodes de réduction de la consommation d'énergie dans cinq maisons d'après-guerre d'un étage et demi

INTRODUCTION

Les concepteurs de la maison Now House^{MD¹} souhaitaient déterminer s'il était faisable d'améliorer de vieilles maisons pour qu'elles atteignent annuellement une consommation énergétique nette zéro. L'équipe chargée du projet Now House a entrepris son étude sur une maison d'après-guerre d'un étage et demi, un type de maison canadienne unique qui caractérise de nombreuses collectivités au pays.

La plupart de ces maisons ont plus de soixante ans et comptent parmi les nombreuses maisons d'un certain âge qui contribuent à la hausse de la demande énergétique du secteur résidentiel au Canada et à l'augmentation des émissions de gaz à effet de serre.

La première maison Now House a été rénovée en 2008. Cette maison fait partie des douze concepts récompensés dans le cadre de l'Initiative de démonstration de maisons durables EQuilibrium^{MC} de la Société canadienne d'hypothèques et de logement. Depuis, l'équipe a rénové huit autres maisons en Ontario, dont cinq à Windsor, qui sont l'objet du présent rapport.

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

En 2009, The Now House Project et la société d'habitation Windsor Essex Community Housing Corporation (CHC) ont lancé le projet Now House Windsor 5. Cinq maisons d'après-guerre d'un étage et demi allaient subir des améliorations éconergétiques d'envergure destinées à réduire

à zéro les coûts de l'énergie, à réduire les émissions et à créer des maisons confortables et saines. L'équipe comptait aussi déterminer le modèle de rénovation affichant le meilleur rapport coût-efficacité en vue de l'amélioration de 125 autres maisons semblables faisant partie du portefeuille de la CHC.

L'équipe Now House tenait à ce que le projet ait un volet éducatif et communautaire. Elle a sollicité et obtenu une aide financière du Fonds pour les économies d'énergie de l'Office de l'électricité de l'Ontario (OEO) qui lui a permis de faire connaître les avantages du projet grâce à des communications, à une maison de démonstration ouverte au public, à un transfert de savoir à des gens de métier locaux et à une évaluation de la performance énergétique après les rénovations.

LES CINQ MAISONS AVANT LES RÉNOVATIONS

Les cinq maisons d'un étage et demi font partie des 325 maisons du genre construites au début des années 1950 dans le secteur Bridgeview de Windsor pour combler les besoins en matière de logement de cette ville qui, comme bien d'autres au Canada, souffrait d'une pénurie de logements au lendemain de la Seconde Guerre mondiale. Aujourd'hui, Bridgeview est un quartier diversifié offrant un éventail d'habitations destinées à des ménages, tantôt propriétaires, tantôt locataires, incluant de jeunes familles, des étudiants et quelques-uns des résidents initiaux.

¹ Now House^{MD} est une marque de commerce déposée de The Now House Project Inc. utilisée sous licence.
Pour en savoir plus, voir www.nowhouseproject.com, www.wechc.com et www.cmhc-schl.gc.ca.



Figure 1 Maison 1 – EGM 18



Figure 2 Maison 2 – EGM 35



Figure 3 Maison 3 – EGM 28

État des maisons

Les cinq maisons (figures 1 à 5) sont situées côte à côte sur l'avenue Rankin, dans un axe est-ouest. Voici un résumé des caractéristiques des maisons avant les travaux :

- Toitures construites avec des chevrons de 2 x 6 po et des voliges de 1 x 8 po, revêtues de bardeaux d'asphalte en bon état;
- Planchers dans le vide sous toit et sous les murs nains isolés avec de la cellulose présentant quelques signes de détérioration;
- Fenêtres en aluminium avec des vitrages fixes dans leur partie supérieure et des vitrages coulissants dans leur partie inférieure;



Figure 4 Maison 4 – EGM 55



Figure 5 Maison 5 – EGM 55

- Murs construits avec des poteaux de 2 x 4 po et revêtus d'un vieux parement de vinyle, à l'exception d'une maison revêtue de brique;
- Installation de plomberie de base en bon état;
- Murs de sous-sol en blocs de béton creux montrant des signes de détérioration dans certains cas;
- Dans chaque maison, installation de chauffage à air pulsé alimentée au gaz âgée d'environ dix-neuf ans et chauffe-eau au gaz;
- Panneaux électriques d'origine remplacés par des panneaux avec disjoncteurs;
- Tuyau servant à récupérer la chaleur des eaux ménagères déjà installé dans chaque maison;

Tableau 1 Cotes EGM généralement attribuées en fonction du type de maison

Type de maison	Cote EGM
Vieille maison non rénovée	de 0 à 50
Vieille maison rénovée	de 51 à 65
Vieille maison ayant fait l'objet de rénovations éconergétiques ou maison neuve type	de 66 à 74
Maison neuve éconergétique	de 75 à 79
Maison neuve hautement éconergétique	de 80 à 90
Maison ne nécessitant que peu ou pas d'achat d'énergie	de 91 à 100

Tableau 2 Stratégies de rénovation et coûts

Modèle de base appliquée à chaque maison	Maison 1	Maison 2	Maison 3	Maison 4	Maison 5
<ul style="list-style-type: none"> ■ Étanchéisation à l'air et isolation ■ Ampoules fluorescentes compactes ■ Appareils à débit réduit (pommes de douche, toilettes, aérateurs) ■ Laveuse à chargement frontal et réfrigérateur ENERGY STAR ■ Cuisinière et sécheuse au gaz ■ Portes neuves ■ Bardage extérieur neuf 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modèle de base + ■ Système de chauffage à eau chaude à haute efficacité ■ Climatiseur central à haute efficacité ■ Ventilateur récupérateur de chaleur ■ Chauffe-eau sans réservoir 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modèle de base + ■ Générateur d'air chaud à air pulsé au gaz à haute efficacité ■ Climatiseur central à haute efficacité ■ Ventilateur récupérateur de chaleur ■ Chauffe-eau sans réservoir 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modèle de base + ■ Système de chauffage à eau chaude à haute efficacité ■ Climatiseur central à haute efficacité ■ Ventilateur récupérateur de chaleur ■ Chauffe-eau sans réservoir ■ Chauffe-eau solaire 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modèle de base + ■ Générateur d'air chaud à air pulsé au gaz à haute efficacité ■ Climatiseur central à haute efficacité ■ Ventilateur récupérateur de chaleur ■ Chauffe-eau sans réservoir 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modèle de base sans électroménagers neufs ni bardage neuf ■ Générateur d'air chaud à air pulsé au gaz à haute efficacité ■ Climatiseur central à haute efficacité ■ Ventilateur récupérateur de chaleur ■ Chauffe-eau sans réservoir
Coût : 25 627 \$	Coût : 41 686 \$	Coût : 41 126 \$	Coût : 56 172 \$	Coût : 41 126 \$	Coût : 31 260 \$
		Coût avec panneau solaire PV de 2,1 kW : 66 126 \$	Coût avec panneau solaire PV de 2,1 kW : 81 172 \$		

² <http://oce.nrcan.gc.ca/residentiel/personnel/renovation/service/cote.cfm?attr=4>

- Présence dans certaines maisons d'appareils de climatisation de fenêtre installés sans matériaux isolants;
- Présence dans toutes les maisons de vieux électroménagers fournis par les résidents.

Évaluations énergétiques effectuées avant les rénovations

Les évaluations énergétiques effectuées avant les rénovations l'ont été conformément au programme écoÉNERGIE Rénovation administré par Ressources naturelles Canada, programme qui ne comprend pas la consommation d'électricité. Le système de cotes du programme ÉnerGuide pour les maisons (EGM) attribue aux maisons une cote de 1 à 100, une cote plus élevée indiquant une meilleure efficacité énergétique. Les cotes EGM établies par les évaluations énergétiques allaient de 18 à 55.

Aux fins de comparaison, le tableau 1² indique les cotes EGM généralement attribuées à différents types de maisons canadiennes.

LES CINQ MODÈLES DE RÉNOVATION

L'équipe a réalisé une modélisation énergétique à l'aide du logiciel HOT2000, afin d'évaluer les avantages des diverses stratégies de rénovation par une comparaison des coûts estimatifs et des réductions de la consommation d'énergie. En utilisant une cote EGM médiane de 35 comme base de référence, l'équipe a conçu différents modèles de rénovation possibles et les a étudiés avec la Windsor Essex CHC.



Figure 6 Trous percés pour appliquer la mousse de polyuréthane.

Comme son budget ne lui permettait pas d'appliquer aux cinq maisons un modèle de rénovation menant à une consommation énergétique de près de zéro, la CHC a retenu cinq modèles, allant de travaux de base d'amélioration de l'isolation et d'étanchéisation à l'air jusqu'à un modèle devant permettre d'atteindre une consommation énergétique nette de près de zéro (voir le tableau 2). Ces modèles de rénovation ont permis à l'équipe Now House d'évaluer le rapport coût-efficacité des différentes méthodes, et ont offert la possibilité à la CHC de procéder à des changements dans l'avenir afin que toutes les maisons puissent un jour atteindre une consommation énergétique nette de près de zéro.

Changements clés

- Chacun des cinq modèles de rénovation comprenait un ensemble de travaux de base visant l'étanchéisation à l'air et l'ajout d'isolant dans le vide sous toit, les murs extérieurs et le sous-sol, l'installation d'appareils de plomberie à faible débit ainsi que l'ajout d'électroménagers, de portes et d'appareils d'éclairage éconergétiques. Les travaux d'isolation de base ont coûté un peu plus de 18 000 \$ et comportaient la pose de trois types d'isolants : mousse de polyuréthane projetée dans les cavités murales au moyen de trous d'accès percés dans les plaques de plâtre (figure 6); mousse de polyuréthane projetée sur les chevrons dans la partie en pente du vide sous toit (figure 7); et isolant de cellulose sur les surfaces planes de celui-ci.

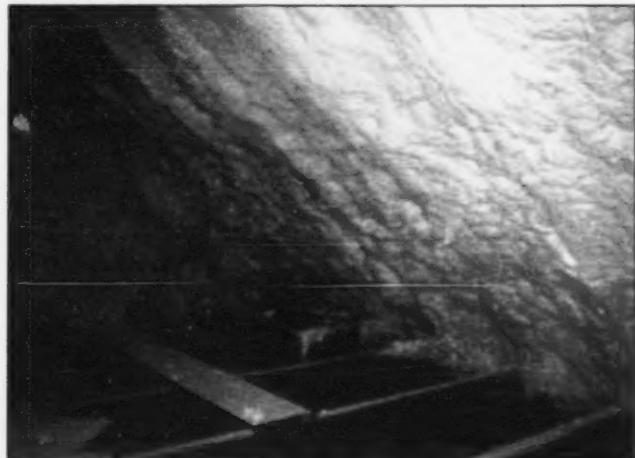


Figure 7 Chevrons enduits de mousse de polyuréthane.

- Deux maisons (les maisons 2 et 4) ont fait l'objet d'améliorations standard par l'ajout d'un générateur d'air chaud à air pulsé au gaz éconergétique, d'un chauffe-eau sans réservoir, d'un ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) et d'un climatiseur central. Les améliorations apportées à la maison 5 comprenaient ces mêmes systèmes de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air à haute efficacité, mais ceux-ci ont été installés après l'analyse de l'efficacité énergétique postérieure aux travaux qui est présentée plus loin dans ce rapport.
- Dans deux maisons, l'installation de chauffage a été remplacée par un appareil à eau chaude; la maison 1 est prête à recevoir un système à l'énergie solaire, tandis que la maison 3 a déjà son système solaire thermique, qui fournit l'eau chaude pour les besoins sanitaires et pour le chauffage des locaux. La maison 3 est la seule qui ait reçu des fenêtres neuves éconergétiques.
- Deux maisons (modèles 2 et 3) possèdent des panneaux photovoltaïques (PV) raccordés au réseau de distribution. Elles ont été approuvées par le programme ontarien de tarif de rachat garanti, qui paiera à la CHC, pendant les vingt années de la durée du contrat, 80,2 cents par kilowattheure d'électricité produite.

L'équipe s'attendait à ce que la réduction de la consommation d'électricité provienne des éléments du modèle de base, dont les ampoules fluorescentes compactes, la laveuse à chargement frontal et le réfrigérateur ENERGY STAR^{MD},

ainsi que par le remplacement de la cuisinière et de la sécheuse par des appareils neufs au gaz. Grâce aux panneaux solaires PV ajoutés aux maisons 2 et 3, désormais, celles-ci ne font pas que consommer de l'électricité, elles en produisent. Comme les panneaux PV sont raccordés au réseau de distribution et que toute l'énergie produite est vendue à la compagnie d'électricité, ils n'ont aucune incidence sur la consommation réelle d'électricité de ces deux maisons.

L'équipe s'attendait à des économies de gaz du fait des améliorations apportées à l'enveloppe du bâtiment par l'étanchéisation à l'air et l'isolation thermique, du fait également de l'utilisation d'un chauffe-eau sans réservoir (aussi appelé chauffe-eau selon la demande ou chauffe-eau instantané) et d'installations de chauffage à haute efficacité. L'utilisation d'un système solaire thermique dans la maison 3 était destinée à réduire encore davantage la consommation de gaz naturel servant au chauffage de l'eau et des locaux.

Tableau 3 Cotes EGM avant et après les travaux

	Cote AVANT	Cote APRÈS
Maison 1	18	77
Maison 2	35	79
Maison 3	28	79
Maison 4	55	81
Maison 5	55	74

Nota : Les cotes indiquées ne tiennent pas compte de la réduction de la consommation d'électricité ni de l'électricité produite par les panneaux PV.

Tableau 4 Analyse énergétique des cinq maisons du projet Now House Windsor 5

Maison	Réduction de la consomm. d'électricité	Économies – électricité	Production d'énergie PV**	Revenus tirés des panneaux PV**	Réduction de la consomm. de gaz	Économies – gaz	Réduction de la consomm. d'eau	Réduction des GES (kg de CO ₂ émis)
1	19,5 %	131,56 \$	s.o.	s.o.	43,2 %	405,25 \$	52,2 %	2 725
2	42,7 %	363,63 \$	655,99 kWh	526,10 \$	60,1 %	749,09 \$	63,8 %	5 531
3*	-	-	552 kWh	463,70 \$	-	-	-	-
4	28,2 %	155,18 \$	s.o.	s.o.	55,6 %	589,76 \$	-17,1 %*	3 756
5	17,4 %	228,55 \$	s.o.	s.o.	47,9 %	420,25 \$	27,7 %	3 069

* Cette maison n'a pas été incluse dans l'analyse, étant donné qu'elle a servi de maison de démonstration et que les économies ont par conséquent été influencées par l'absence d'occupants.

** Les données sur l'électricité et les revenus produits par les panneaux solaires PV ne couvrent que trois mois de la période.

* Une valeur négative correspond à une augmentation de la consommation.

Les rénovations entreprises en juin 2009 ont été achevées en septembre de la même année. L'équipe du projet Now House a assumé les fonctions de concepteur, de gestionnaire de projet et d'entrepreneur général en plus de se charger de toutes les communications et du volet éducatif. Les travaux ont fait travailler plus de quinze entreprises de Windsor et les produits et matériaux de construction ont été achetés autant que possible de fabricants et de fournisseurs locaux. Une fois les travaux terminés, un suivi de la consommation d'énergie et d'eau des cinq maisons a été fait pendant douze mois aux fins de comparaison avec la base de référence.

ANALYSE DES COÛTS ET DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE APRÈS LES TRAVAUX

Évaluations énergétiques

Les évaluations écoÉNERGIE qui ont été effectuées après les travaux ont révélé des améliorations importantes chez les cinq maisons d'une soixantaine d'années (voir le tableau 3). Les maisons qui, au départ, affichaient une cote EGM faible, comme les maisons 1, 2 et 3, affichent désormais des cotes d'efficacité énergétique de 75 à 79. Dans le cas de deux de ces maisons, un point les sépare de la cote EGM de 80, une cote généralement associée à une maison neuve ENERGY STAR^{MD}, tandis que la maison 4 a surpassé la norme en atteignant une cote EGM de 81. Quant à la maison 5, où il restait encore à installer des composantes mécaniques améliorées et où n'ont été apportées que les améliorations faisant partie de l'ensemble des travaux de base (à l'exception des électroménagers neufs que les occupants ont refusés), elle a obtenu une cote EGM de 74, soit une cote nettement supérieure à celle des maisons du même âge.

ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES MAISONS

L'analyse énergétique des cinq maisons a été confiée à CDML Ontario. Au terme d'une comparaison de la consommation d'énergie avant et après les travaux, l'entreprise a conclu à une réduction appréciable des émissions et des sommes versées entre autres aux services publics. Elle a comparé la période allant de novembre 2007 à mai 2008 (AVANT) et celle de novembre 2009 à mai 2010 (APRÈS) (voir le tableau 4).

On a exclu de l'analyse la maison 3, qui, parce qu'elle a servi de maison de démonstration, est restée inoccupée pendant la période d'évaluation. La méthode utilisée pour l'analyse énergétique a comporté l'utilisation de modèles de régression et de données sur la facturation antérieure pour les services publics, de manière à dégager les économies d'énergie annuelles réalisées. Les modèles de régression ont permis de déterminer les hivers plus doux et les étés plus chauds et d'en tenir compte dans la comparaison avant-après.

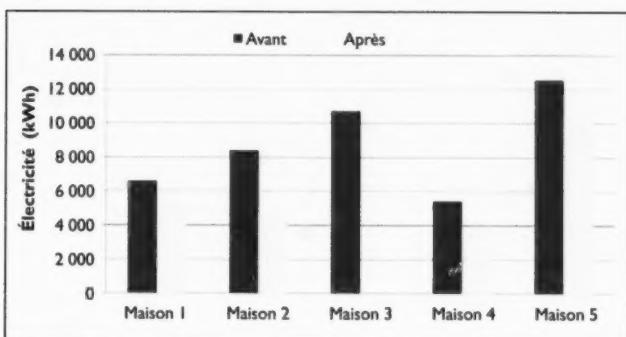


Figure 8 Comparaison de la consommation d'électricité avant et après les travaux

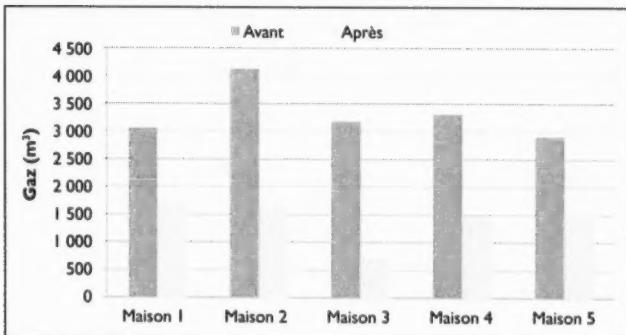


Figure 9 Comparaison de la consommation de gaz avant et après les travaux

Douze mois de suivi ont révélé des réductions de consommation de l'ordre de 17 à 42 % pour l'électricité, de 43 à 60 % pour le gaz, et de -17 à 63 % pour l'eau (voir le tableau 4). Les données sur l'électricité produite par les panneaux solaires PV ne couvrent que trois mois de la période. Si l'on tient compte des revenus de la vente d'électricité sur douze mois, on s'attend à ce que les maisons 2 et 3 fassent des gains par rapport à leurs coûts d'énergie d'après les rénovations, ce qui devrait leur permettre d'atteindre annuellement un coût net d'énergie égal à zéro.

Les figures 8, 9 et 10 comparent la situation avant et après les travaux. Si la consommation d'électricité avant les améliorations est faible selon les normes ontariennes, c'est peut-être en raison de l'âge et de la faible superficie des maisons et, dans un cas, parce que les occupants avaient des habitudes de conservation connues.

Après les travaux, la moyenne de la consommation d'électricité des quatre ménages s'établit à 16 kWh par jour. Même si cette consommation est bien en deçà de celle de la plupart des ménages de l'Ontario, elle est supérieure à la consommation à laquelle l'équipe s'attendait.

Les graphiques font ressortir les différences dans le comportement des occupants, certains ménages consommant nettement moins d'énergie et de ressources en eau que d'autres. CDML Ontario a observé que les résidents des maisons passent de nombreuses heures à la maison et n'ont par conséquent pas l'occasion de régler leurs thermostats de manière à réaliser des économies sur le chauffage l'hiver ou sur la climatisation l'été.

La période d'après les travaux, au cours de laquelle a été faite l'évaluation, a été plus douce que la période d'avant les travaux, de sorte que l'on a eu recours à l'analyse régressive

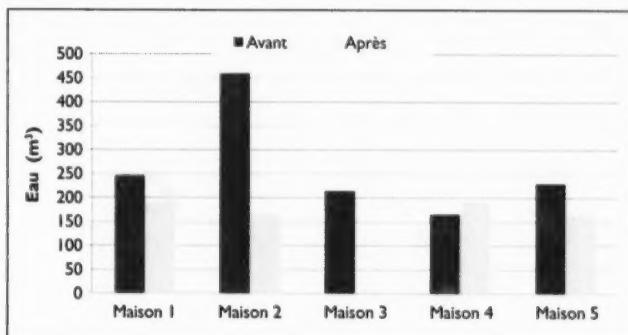


Figure 10 Comparaison de la consommation d'eau avant et après les travaux

pour éliminer la distorsion dans la consommation d'énergie pour le chauffage des locaux introduite par les différences de températures. Les quatre maisons faisant l'objet du suivi affichent une réduction de la consommation de gaz moyenne de 50 %. Les réductions sont d'autant plus appréciables que le nombre d'appareils au gaz dans les maisons a en fait augmenté au moment des rénovations.

CONCLUSIONS – MODÈLE AFFICHANT LE MEILLEUR RAPPORT COÛT-EFFICACITÉ

L'un des principaux objectifs de l'étude était de déterminer le modèle de rénovation affichant le meilleur rapport coût-efficacité en vue de la rénovation de 125 autres maisons faisant partie du portefeuille de la Windsor Essex CHC.

L'équipe du projet Now House a retenu les quatre variables suivantes dans son évaluation du rapport coût-efficacité :

- l'amélioration de la cote EGM (le coût requis pour gagner 0,1 point sur l'échelle EGM);
- les économies sur les frais d'occupation (le coût requis pour économiser 1 \$ sur les frais énergétiques liés à l'occupation);
- la réduction de la consommation d'énergie (le coût requis pour réduire la consommation de 0,1 million de BTU);
- la réduction des émissions de CO₂ (le coût requis pour réduire de 1 kg les émissions de CO₂).

L'importance de chacun de ces facteurs dépend des priorités des personnes et des organismes qui entreprennent des travaux d'amélioration énergétique. Voici le rang occupé par chacun dans l'ordre des priorités du client, la Windsor Essex Community Housing Corporation :

1. la réduction de la consommation d'énergie (le coût requis pour réduire la consommation de 0,1 million de BTU);
2. les économies sur les frais d'occupation (le coût requis pour économiser 1 \$ sur les frais énergétiques liés à l'occupation);
3. l'amélioration de la cote EGM (le coût requis pour gagner 0,1 point sur l'échelle EGM);
4. la réduction des émissions de CO₂ (le coût requis pour réduire de 1 kg les émissions de CO₂).

D'après l'analyse des coûts effectuée pour les quatre maisons (les données sur la maison 3, inoccupée, ayant été écartées faute de fiabilité), le modèle affichant le meilleur rapport coût-efficacité est celui de la maison 2 (voir le tableau 5 et la figure 11). Bien qu'elles soient celles qui ont coûté le moins cher, les améliorations apportées à la maison 2 ont été efficaces sur le plan de la réduction de la consommation d'énergie, des économies sur les frais d'occupation et de la réduction des émissions de CO₂. Avec l'ajout de panneaux PV (25 000 \$), compris dans les travaux, mais non pris en compte dans l'analyse des coûts, le modèle 2A est celui qui affiche le meilleur rapport coût-efficacité si l'on considère l'ensemble des économies réalisées sur les frais d'occupation, et devrait permettre d'atteindre la consommation énergétique nette zéro.

La maison 3, qui devait être occupée début 2011, devrait elle aussi permettre d'atteindre annuellement la consommation énergétique nette zéro.

ÉVÉNEMENTS COMMUNAUTAIRES ET PORTES OUVERTES

Bien avant le début des travaux, les équipes du projet Now House et de la CHC ont organisé des événements afin de mobiliser les gens du milieu, les résidents des maisons et les médias locaux. À l'achèvement des travaux, un lancement très couru a pour la première fois fourni à la collectivité l'occasion de visiter la maison de démonstration, où étaient présentés les détails des améliorations apportées à chacune des cinq maisons.

La maison de démonstration a été ouverte pendant plusieurs mois et a attiré des centaines de visiteurs provenant des environs, de la province et de l'extérieur du Canada. L'information recueillie auprès des visiteurs a fourni des données démographiques à leur sujet, indiqué leur niveau d'intérêt à l'égard des améliorations énergétiques dans le secteur résidentiel et fait ressortir les facteurs qui ont eu dans le passé – et qui auront à l'avenir – une influence sur leurs décisions en matière d'améliorations énergétiques.

Les familles vivant dans les maisons nouvellement rénovées ont reçu un guide pratique et assisté à une séance d'orientation. En montrant aux résidents les modifications particulières qui ont été apportées à leurs maisons et en leur donnant des conseils sur la façon de réduire leur

Tableau 5 Analyse coût-efficacité des améliorations aux cinq maisons du projet Now House Windsor 5

Facteurs	Analyse	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 2A (note 1)	Modèle 3 (note 2)	Modèle 4	Modèle 5 (note 3)
Intrants	Coûts en immobilisations	41 686 \$	41 127 \$	66 127 \$	56 172 \$	41 127 \$	31 260 \$
Amélioration de la cote EGM	Cote EGM AVANT les rénovations	18	35	35	28	55	55
	Cote EGM APRÈS les rénovations	77	79	79	79	81	74
	Points d'augmentation de la cote EGM	59	44	44	51	26	19
	Coût requis pour gagner 0,1 point sur l'échelle EGM	70,65 \$	93,47 \$	150,29 \$	110,14 \$	158,18 \$	164,53 \$
	Rapport coût-efficacité normalisé – Amélioration de la cote EGM (note 4)	1,00	1,32	2,13	1,56	2,24	2,33
Économies sur les frais d'occupation	Économies – électricité	132 \$	363 \$	2 287 \$		155 \$	229 \$
	Économies – gaz naturel	405 \$	749 \$	749 \$		590 \$	420 \$
	Économies totales	537 \$	1 112 \$	3 037 \$		745 \$	649 \$
	Coût requis pour économiser 1 \$ sur les frais d'occupation	77,66 \$	36,99 \$	21,78 \$		55,21 \$	48,18 \$
	Rapport coût-efficacité normalisé – Économies sur les frais d'occupation	3,57	1,70	1,00		2,54	2,21
Réduction de la consommation d'énergie	Réduction – électricité (kWh)	1 289	3 580	5 980		1 532	2 184
	Réduction – gaz naturel (m ³)	1 317	2 480	2 480		1 844	1 396
	Réduction totale – énergie (en millions de BTU) (note 5)	52	102	110		72	58
	Coût requis pour réduire la consommation de 0,1 million de BTU	79,86 \$	40,22 \$	59,87 \$		56,98 \$	53,76 \$
	Rapport coût-efficacité normalisé – Réduction de la consomm. d'énergie	1,99	1,00	1,49		1,42	1,34
Réduction des émissions de CO ₂	Réduction – électricité (kg de CO ₂ é)	284	788	1 316		337	480
	Réduction – gaz naturel (kg de CO ₂ é)	2 441	4 599	4 600		3 419	2 589
	Réduction totale (kg de CO ₂ é) (note 6)	2 725	5 386	5 915		3 756	3 069
	Coût requis pour réduire de 1 kg les émissions de CO ₂	15,30 \$	7,64 \$	11,18 \$		10,95 \$	10,18 \$
	Rapport coût-efficacité normalisé – Réduction des émissions de CO ₂	2,00	1,00	1,46		1,43	1,33
	Total des rapports coût-efficacité	8,55	5,02	6,08	s.o.	7,62	7,21

Notes :

1) Modèle appliqué à la maison 2, mais en incluant les coûts et les avantages prévus des panneaux PV.

2) Comme la maison 3 a été inoccupée au cours de la période visée par l'analyse, seule l'amélioration de la cote EGM a été évaluée.

3) La climatisation et le chauffage au gaz à haute efficacité n'ont pas été installés dans la maison 5 avant juin, soit six mois après le début de la période visée par l'analyse.

4) Des coefficients de pondération ont été attribués à chaque facteur afin de les normaliser et d'en permettre la comparaison dans le tableau; l'importance relative de chaque facteur dépend des priorités de l'utilisateur.

5) Les réductions de la consommation d'énergie ont été converties en BTU à l'aide des facteurs de conversion suivants : 1 kWh = 3 412,3 BTU; 1 m³ = 35,3146667 pi³; 1 pi³ de gaz naturel = 1 028 BTU.6) Les réductions de la consommation d'énergie ont été converties en réductions d'émissions à l'aide des facteurs de conversion suivants : 1 kWh = 0,22 kg de CO₂ émis; pour le gaz naturel, 49,84 kg de CO₂ émis par gigajoule.

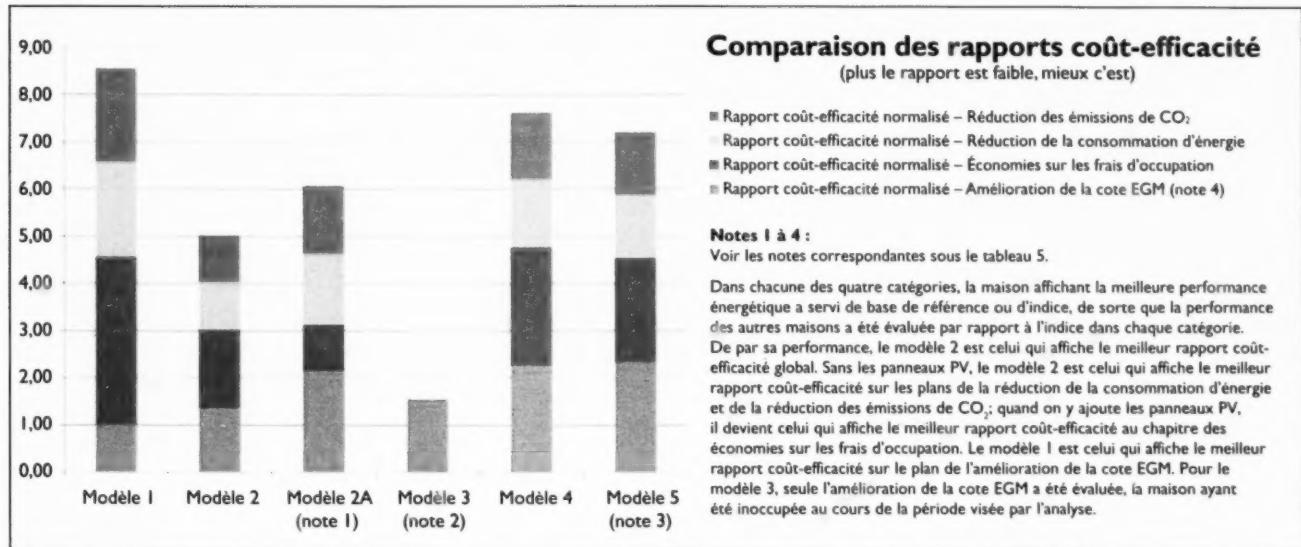


Figure 11 Comparaison de la performance énergétique des cinq maisons du projet Now House Windsor 5 après les améliorations

consommation d'énergie et de réaliser des économies, les équipes du projet Now House et de la CHC espéraient promouvoir l'adoption de modes de vie écologiques.

CONCLUSIONS

Le projet Now House Windsor 5 est unique, car il permet de comparer des améliorations énergétiques apportées à cinq maisons d'après-guerre d'un étage et demi situées côte à côte sur la même rue à Windsor (Ontario). Les cinq maisons ont subi des améliorations différentes et ont fait l'objet d'un suivi pendant douze mois suivant l'achèvement des travaux, après quoi leur performance énergétique a été comparée aux données de la base de référence pour une période comparable.

Après les travaux, les réductions de la consommation d'électricité, de gaz et d'eau ont atteint des sommets de 42 %, de 60 % et de 63 %, respectivement. Les évaluations effectuées avant et après les travaux révèlent des améliorations notables dans toutes les maisons, l'une d'elles obtenant même une cote EGM de 81, ce qui est supérieur à la norme pour une maison neuve ENERGY STAR^{MD}. On s'attend à ce que les améliorations apportées à ces maisons prolongent leur durée de vie utile de soixante autres années.

Des cinq modèles de rénovation, un modèle remporte nettement la palme au chapitre de l'analyse coût-efficacité. La maison 2, qui a fait l'objet de travaux d'amélioration

Comparaison des rapports coût-efficacité (plus le rapport est faible, mieux c'est)

- Rapport coût-efficacité normalisé - Réduction des émissions de CO₂
- Rapport coût-efficacité normalisé - Réduction de la consommation d'énergie
- Rapport coût-efficacité normalisé - Économies sur les frais d'occupation
- Rapport coût-efficacité normalisé - Amélioration de la cote EGM (note 4)

Notes 1 à 4 :

Voir les notes correspondantes sous le tableau 5.

Dans chacune des quatre catégories, la maison affichant la meilleure performance énergétique a servi de base de référence ou d'indice, de sorte que la performance des autres maisons a été évaluée par rapport à l'indice dans chaque catégorie. De par sa performance, le modèle 2 est celui qui affiche le meilleur rapport coût-efficacité global. Sans les panneaux PV, le modèle 2 est celui qui affiche le meilleur rapport coût-efficacité sur les plans de la réduction de la consommation d'énergie et de la réduction des émissions de CO₂; quand on y ajoute les panneaux PV, il devient celui qui affiche le meilleur rapport coût-efficacité au chapitre des économies sur les frais d'occupation. Le modèle 1 est celui qui affiche le meilleur rapport coût-efficacité sur le plan de l'amélioration de la cote EGM. Pour le modèle 3, seule l'amélioration de la cote EGM a été évaluée, la maison ayant été inoccupée au cours de la période visée par l'analyse.

s'élevant à 41 000 \$, est celle qui affiche la meilleure performance globale et en particulier dans deux catégories : la réduction de la consommation d'énergie et la réduction des émissions de CO₂. Si l'on tient compte de l'ajout des panneaux PV à la maison 2 (qui a porté le coût total des améliorations à 65 000 \$), cette maison est celle qui affiche le meilleur rapport coût-efficacité au chapitre des économies sur les frais d'occupation. C'est pourquoi cette maison devrait atteindre annuellement la cible de consommation énergétique nette zéro pendant les vingt années de la durée du contrat pour le tarif de rachat garanti. On s'attend à ce que la maison 3 fasse de même.

La maison 1, dont les améliorations ont aussi coûté 41 000 \$, est celle qui a vu sa cote EGM augmenter le plus, celle-ci étant passée de 18, ce qui correspond à un niveau d'efficacité énergétique faible, à 59. Comme elles représentent le même coût que les améliorations apportées à trois autres maisons et qu'elles ont permis des réductions substantielles de la consommation d'énergie et de la consommation d'eau, les améliorations à la maison 1 témoignent de la pertinence de rénover soigneusement les vieilles maisons en piètre état.

Le projet Now House Windsor 5 montre les avantages qu'il y a à rénover de vieilles maisons. Il indique comment s'y prendre pour réaliser des économies d'énergie atteignables

Le Point en recherche

Mise à l'essai de différentes méthodes de réduction de la consommation d'énergie dans cinq maisons d'après-guerre d'un étage et demi

et établit de nouvelles cibles de consommation d'énergie. S'il était reproduit à l'ensemble des vieilles maisons du Canada, il permettrait de réduire considérablement les répercussions du secteur résidentiel sur la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre.

Directeur de projet à la SCHL : Rémi Charron

Recherche sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la *Loi nationale sur l'habitation*, le gouvernement du Canada verse des fonds à la SCHL afin de lui permettre de faire de la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et d'en publier et d'en diffuser les résultats.

Le présent Point en recherche fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche de la SCHL.

Pour consulter d'autres feuillets **Le Point en recherche** et pour prendre connaissance d'un large éventail de produits d'information, visitez notre site Web au

www.schl.ca

ou communiquez avec la

Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : 1-800-668-2642

Télécopieur : 1-800-245-9274

©2011, Société canadienne d'hypothèques et de logement
Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL

15-12-11

Bien que ce produit d'information se fonde sur les connaissances actuelles des experts en habitation, il n'a pour but que d'offrir des renseignements d'ordre général. Les lecteurs assument la responsabilité des mesures ou décisions prises sur la foi des renseignements contenus dans le présent ouvrage. Il revient aux lecteurs de consulter les ressources documentaires pertinentes et les spécialistes du domaine concerné afin de déterminer si, dans leur cas, les renseignements, les matériaux et les techniques sont sécuritaires et conviennent à leurs besoins. La Société canadienne d'hypothèques et de logement se dégage de toute responsabilité relativement aux conséquences résultant de l'utilisation des renseignements, des matériaux et des techniques contenus dans le présent ouvrage.